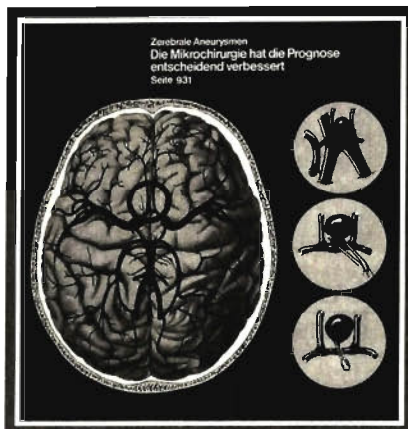


## Mikrochirurgische Behandlung der Hirnaneurysmen

Hans Werner Pia\*)

Aus der Neurochirurgischen Universitätsklinik Gießen  
(Direktor: Professor Dr. med. Dr. h. c. Hans Werner Pia)



Subarachnoidalblutungen und ihre Ursache sollten durch Computertomographie und zerebrale Angiographie mit Vergrößerungsangiographie und Angiotomographie am Blutungstag erkannt werden. Die Mikrochirurgie und technische Verbesserungen wie Spezialclips und bipolare Koagulation erlauben die risikoarme Frühoperation und verhindern verhängnisvolle Komplikationen wie Zweitblutungen und Spasmen der Hirngefäße. Die Prognose dieser Erkrankung ist damit ganz wesentlich zu verbessern.

Die Mikrochirurgie hat die Behandlung der zerebralen Aneurysmen in einem Jahrzehnt so entscheidend verbessert, daß sie in der Hand des erfahrenen Neurochirurgen nahezu ohne Risiko ist. Auf wenigen Gebieten der Neurochirurgie ist ein so großer Schritt voran getan worden. Mit den modernen technischen Möglichkeiten haben sich Fragen und Gesichtspunkte ergeben, mit denen die Ärzte im Krankenhaus und in der Praxis vertraut sein sollten.

### Klinik

*Aneurysmen* sind angeborene Gefäßanomalien; neben den Angiomen sind sie die größte Gruppe. Unter den Tumoren des Zentralnervensystems beträgt bei uns der Anteil 17 Prozent.

Aneurysmen entstehen in den Teilungsstellen der großen Hirngefäße, bevorzugt im *Circulus arteriosus*

*Willisii*. Das *Arteria-carotis-interna*-Gebiet ist mit etwa 95 Prozent am stärksten, das *Arteria-vertebro-basilaris*-Gebiet mit 5 Prozent relativ selten betroffen. In 10 Prozent liegen multiple Aneurysmen, zwei oder mehrere, vor.

Aneurysmen befallen die *Arteria carotis interna* (Abbildung 1a) in den Astabgängen der *Arteria ophthalmica*, *Arteria communicans posterior*, *Arteria choroidalis anterior* und liegen in der Bifurkation.

*Aneurysmen der Arteria cerebri anterior* (Abbildung 1b) sind mit 35 Prozent am häufigsten. Sie haben ihren Schwerpunkt im Bereich der *Arteria communicans anterior* und liegen nicht so selten auch in peripheren Teilungsstellen.

*Aneurysmen der Arteria cerebri media* (Abbildung 1c) befallen bevor-

\*) Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesärztekammer

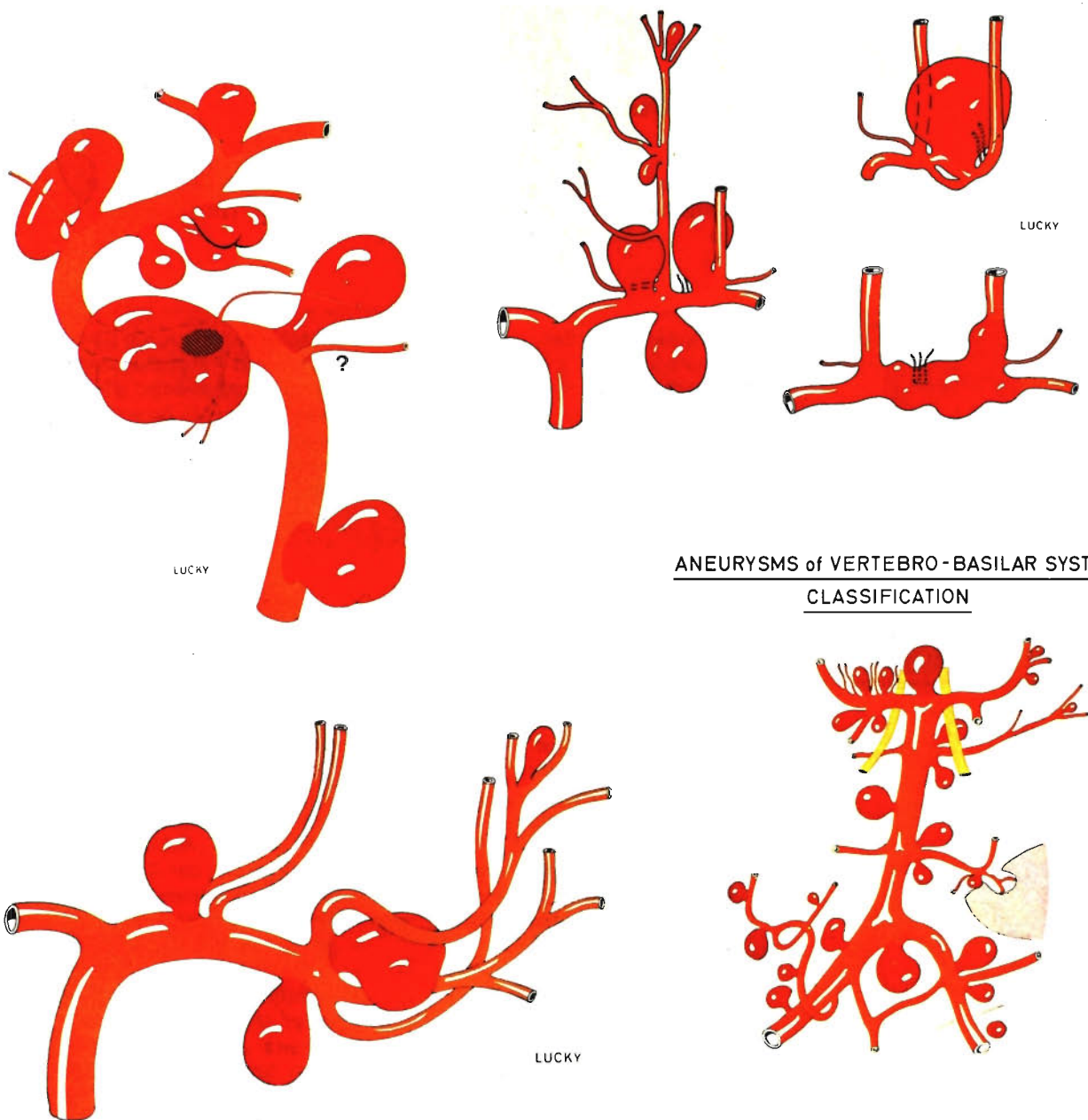
Hirnaneurysmen

zugt den Hauptstamm und die Hauptteilungsstelle.

*Aneurysmen des Vertebralis-Basilaris-Systems* (Abbildung 1d) kommen gleichfalls in großer Variabilität vor.

80 bis 90 Prozent liegen im Endabschnitt der Arteria basilaris in der Bifurkation sowie der angrenzenden Abschnitte der Arteria cerebri posterior und Arteria cerebelli superior.

Durch die Beschäftigung mit der mikrochirurgischen Topographie, durch die Kenntnis von Ursprung und Projektion der Aneurysmen und die Kenntnis der häufigen begleitenden Gefäßvarianten und -anomalien,



ANEURYSMS of VERTEBRO-BASILAR SYSTEM  
CLASSIFICATION

Abbildung 1: Formen zerebraler Aneurysmen

- a) Links oben: Aneurysmen der Arteria carotis interna
- b) Rechts oben: Aneurysmen der Arteria cerebri anterior
- c) Links unten: Aneurysmen der Arteria cerebri media
- d) Rechts unten: Aneurysmen des Vertebralis-Basilaris-Systems

hat sich eine neue und verfeinerte *Klassifikation der Aneurysmen* ergeben. Sie ist ein wesentlicher Schlüssel für die verbesserte Diagnostik und Therapie.

Die Subarachnoidalblutung ist das erste und entscheidende Aneurysmasymptom. Mit der ersten Blutung, die in 20 bis 30 Prozent tödlich verläuft, kommt es in einem so hohen Prozentsatz zur Zweit- und Mehrfachblutung, daß umgehend die Ursache der Blutung geklärt werden muß.

Eine Unterlassung dieses „Muß“ ist verhängnisvoll und nicht zu verantworten.

Subarachnoidalblutungen entstehen durch Ruptur pathologisch veränderter Gefäße. Sie können im gesamten Liquorraum liegen. Wir unterscheiden nach dem Ort der Entstehung:

- ① Zerebrale Subarachnoidalblutungen
- ② Ventrikelblutungen
- ③ Spinale Subarachnoidalblutungen.

Wegen des kommunizierenden Liquorraumes ergibt die Lumbalpunktion stets *blutigen Liquor*.

*Ursache der Subarachnoidalblutungen* sind:

- ① Zerebrale Aneurysmen 50–60 Prozent
- ② Zerebrale Angiome 5–10 Prozent
- ③ Zerebrale Arteriosklerose 15–20 Prozent
- ④ Entzündliche und degenerative Gefäßveränderungen 10 Prozent
- ⑤ Spinale Angiome 1–2 Prozent

*Diagnose:*

- ① *Akuter elementarer Kopfschmerz* mit möglichem lokalem Beginn und schneller Generalisation

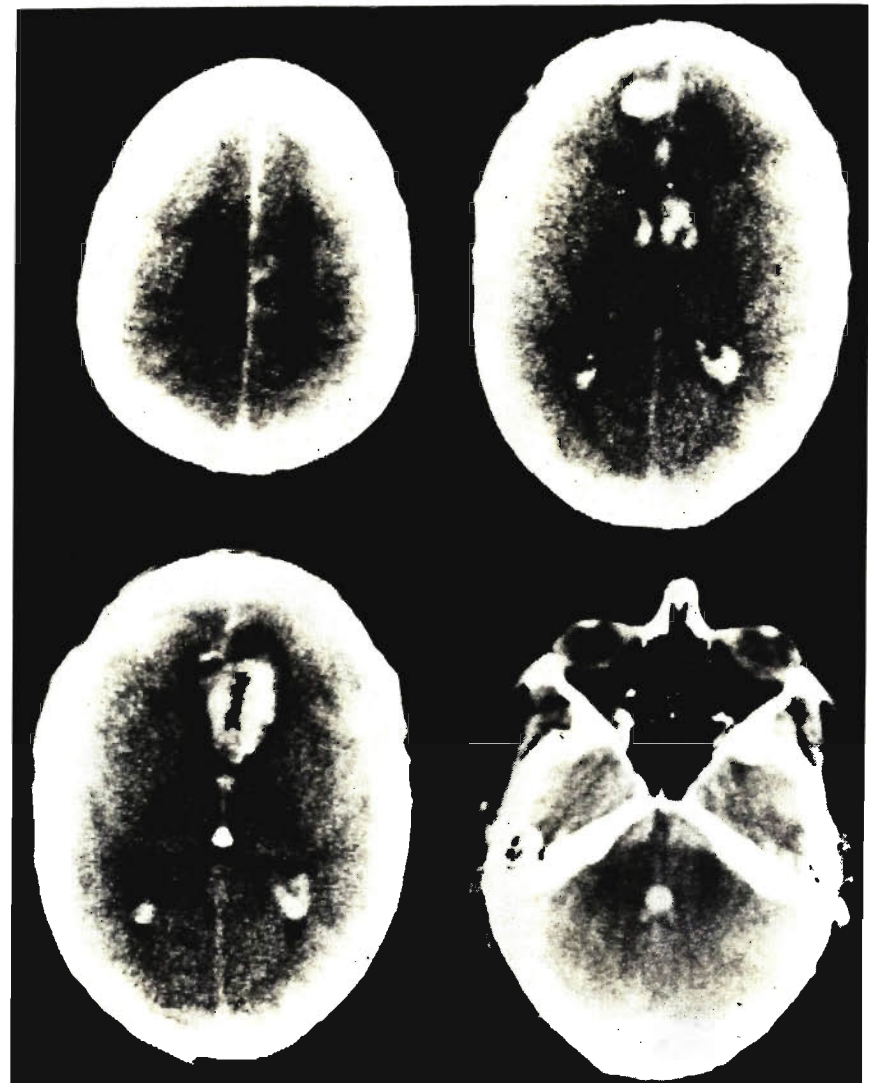


Abbildung 2a: Zerebrale Blutungen im Computertomogramm – Intrazerebrales und intraventrikuläres Hämatom bei Aneurysma

- ② *Nackenschmerzen, Nackensteife* und weitere Zeichen des Meningismus

- ③ *Blutiger Liquor*

Leichte und larvierte Formen sind nicht selten, aber stets vorhanden sind Meningismus und blutiger Liquor.

*Nicht obligat* sind,

- ① Koma oder Bewußtseinstörung

- ② lokalisierte neurologische Symptome.

Der Nachweis allgemeiner und lokaler Ausfälle läßt an eine intrazerebrale und/oder intraventrikuläre Blutung denken; bei Kranken mit Koma, zentralen Regulationsstörungen und Halbseitenlähmung ist diese Diagnose fast sicher.

*Die spinale Subarachnoidalblutung* beginnt in der Regel mit lokalisierten Rückenschmerzen, die erst

## Hirneurysmen

nachfolgend Nacken und Kopf erfassen. Da auch bei ihnen häufig kennzeichnende Symptome fehlen, ist die Verknennung als zerebrale Subarachnoidalblutung die Regel.

### Erforderliche Maßnahmen

Bei Verdacht oder Nachweis der Subarachnoidalblutung:

- ① *Einweisung* in die neurochirurgische Klinik am Tage der Blutung
- ② *Sofortige Computertomographie* führt zur Diagnose einer intra-

zerebralen, intraventrikulären, subarachnoidalen Blutung, zu deren Ausdehnung und Verteilung und zeigt Begleitschäden wie Ödem, Ventrikelveränderungen und andere (Abbildung 2a). Die Untersuchung in zwei Ebenen ist hilfreich und gibt bereits sichere Anhaltspunkte für die Diagnose eines Aneurysmas oder eines Angioms (Abbildung 2 b).

③ *Die Totalangiographie* hat sich beim Aneurysma sofort anzuschließen. Sie muß die folgenden Fragen beantworten:

- ① Ein Aneurysma oder mehrere Aneurysmen

- ② Sitz, Ursprung und Projektion
- ③ Varianten und Anomalien der benachbarten Arterien
- ④ Sekundäre Veränderungen neben den Computertomographie-Befunden, Spasmen der Arterien nahe und fern vom Aneurysma, Bestimmung der Hirndurchblutung an Hand der Durchflußzeit des Kontrastmittels.

Zur Klärung dieser Fragen sind meist Spezialeinstellungen, Vergrößerungsangiographie und Angiotomographie erforderlich (Abbildung 3). Deshalb sollte die Angiographie in der Spezialklinik gemacht werden.

*Die bisherige Strategie* mit 3 bis 4 Wochen Bettruhe, Eisblase, eventuell antifibrinolytischer Therapie und erst nachfolgender Angiographie muß aufgegeben werden.

Das gilt vor allem für

- ▶ *unkomplizierte Blutungen* (Schädigungsgrad 1 und 2)
- ▶ und bei *mittelschweren Ausfällen* (Schädigungsgrad 3).

*Eine Akutdiagnostik und Akuttherapie* ist bei schwerer Schädigung (Grad 4) nur bei Verdacht auf eine Massenblutung zu diskutieren. Grad 5 erlaubt weder Diagnostik noch Therapie.

### Zeitpunkt der Operation

Die bislang übliche *Intervalloperation* nach drei Wochen und später erfaßt allein die überlebenden Kranken ohne Ausfälle.

Diese sind eine positive Auslese; die Blutungsfolgen sind bei ihnen behoben, die Rißstelle ist relativ „fest“ geworden.

Ein Teil der Kranken, „die negative Auslese“, ist an Rezidivblutungen in der Zwischenzeit verstorben, ein weiterer Teil schwer und meist irreversibel geschädigt.

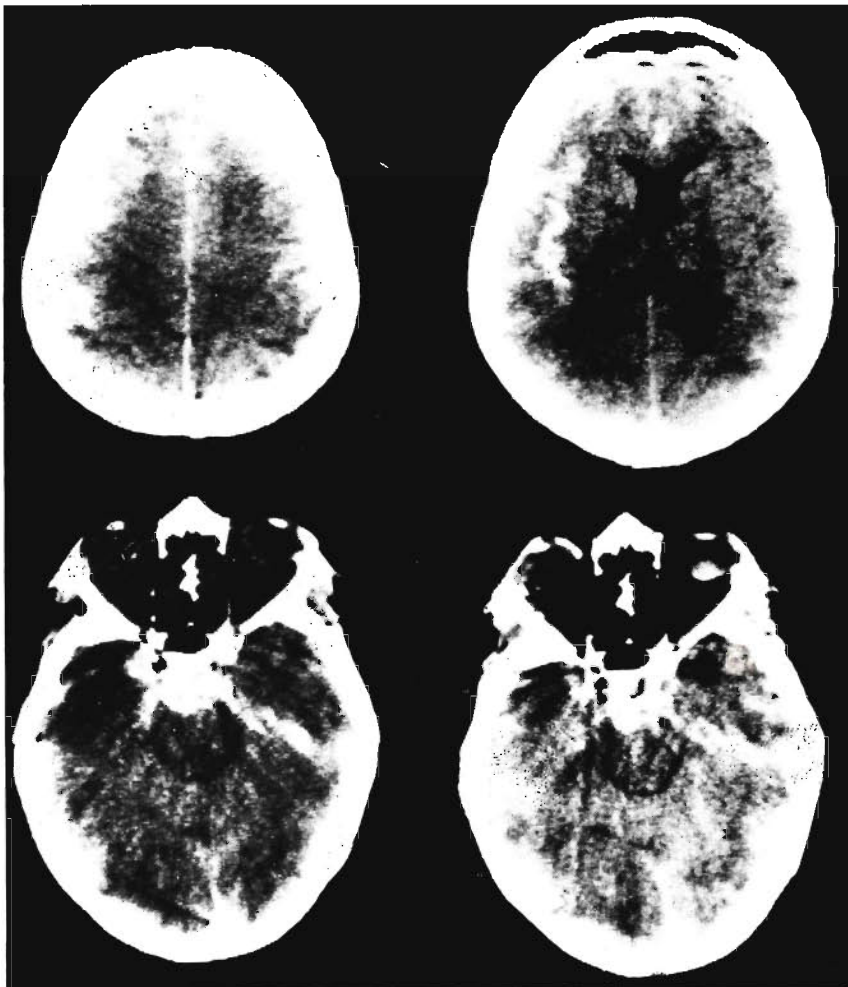


Abbildung 2b: Zerebrale Blutungen im Computertomogramm – Subarachnoidalblutung bei Aneurysma

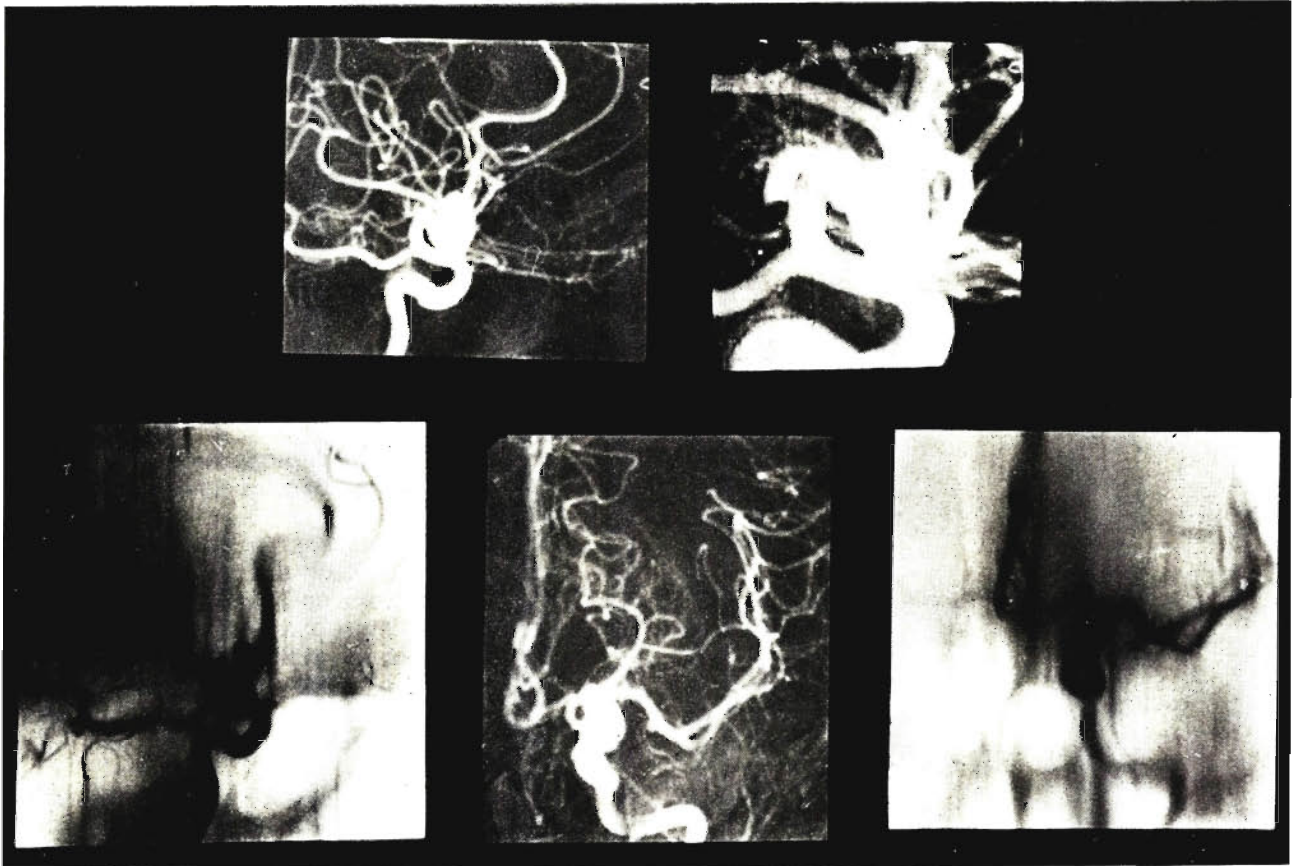


Abbildung 3: Carotis-Ophthalmica-Aneurysma in Angiogramm mit Normal- und Schrägeinstellung, Vergrößerung und Angiotomogramm

Zweit- und weitere Blutungen treten fast ausschließlich in der 2. bis 4. Woche auf mit einer Frequenz von etwa 30 bis 40 Prozent.

Mit ihnen entstehen als bedrohliche *Komplikationen*:

- ❶ Intrazerebrale und intraventrikuläre Blutungen
- ❷ Spasmen der benachbarten und entfernten Gefäße mit Zirkulationsminderung, O<sub>2</sub>-Mangel und bleibenden Ausfällen
- ❸ Hydrozephalus
- ❹ intrakranielle Drucksteigerung.

*Die Vermeidung dieser sekundären Komplikationen ist durch konserva-*

*tive Maßnahmen nicht möglich.* Die Verhinderung der Zweitblutung ist die einzige Konsequenz.

*Die Frühoperation* der unkomplizierten Fälle am 6. bis 8. Tag nach der Erstblutung vermeidet die meisten Komplikationen.

Nach 6 bis 8 Tagen sind die zentralen Regulationen einigermaßen stabilisiert, eine mögliche intrakranielle Drucksteigerung ist nicht mehr ausgeprägt.

*Die Sofortoperation* in den ersten 2 bis 3 Tagen ist an sich logisch und konsequent: Verschluss der Rißstelle; Entfernung des extravasalen Blutes, in dem offensichtlich die bisher nicht bekannten Stoffe sind, die den Spasmus auslösen.

Erfahrungen mit größeren Serien sprechen für die Machbarkeit, anscheinend ohne nennenswerte Erhöhung von Mortalität und Morbidität.

► Mit den meisten Neurochirurgen halten wir die Frühoperation für gut; sie als allgemeine Regel bei der Ärzteschaft bekannt zu machen und durchzusetzen ist im Hinblick auf die verhängnisvollen Komplikationen erforderlich, und wir glauben auch in kurzer Zeit möglich.

*Die Spätoperation* ist angezeigt bei Kranken im Risikograd 3 und 4, die sich stabilisieren und mindestens um eine Gradstufe verbessern.

Hierher gehören fast alle Patienten mit Mehrfachblutungen, erhebli-

## Hirneurysmen

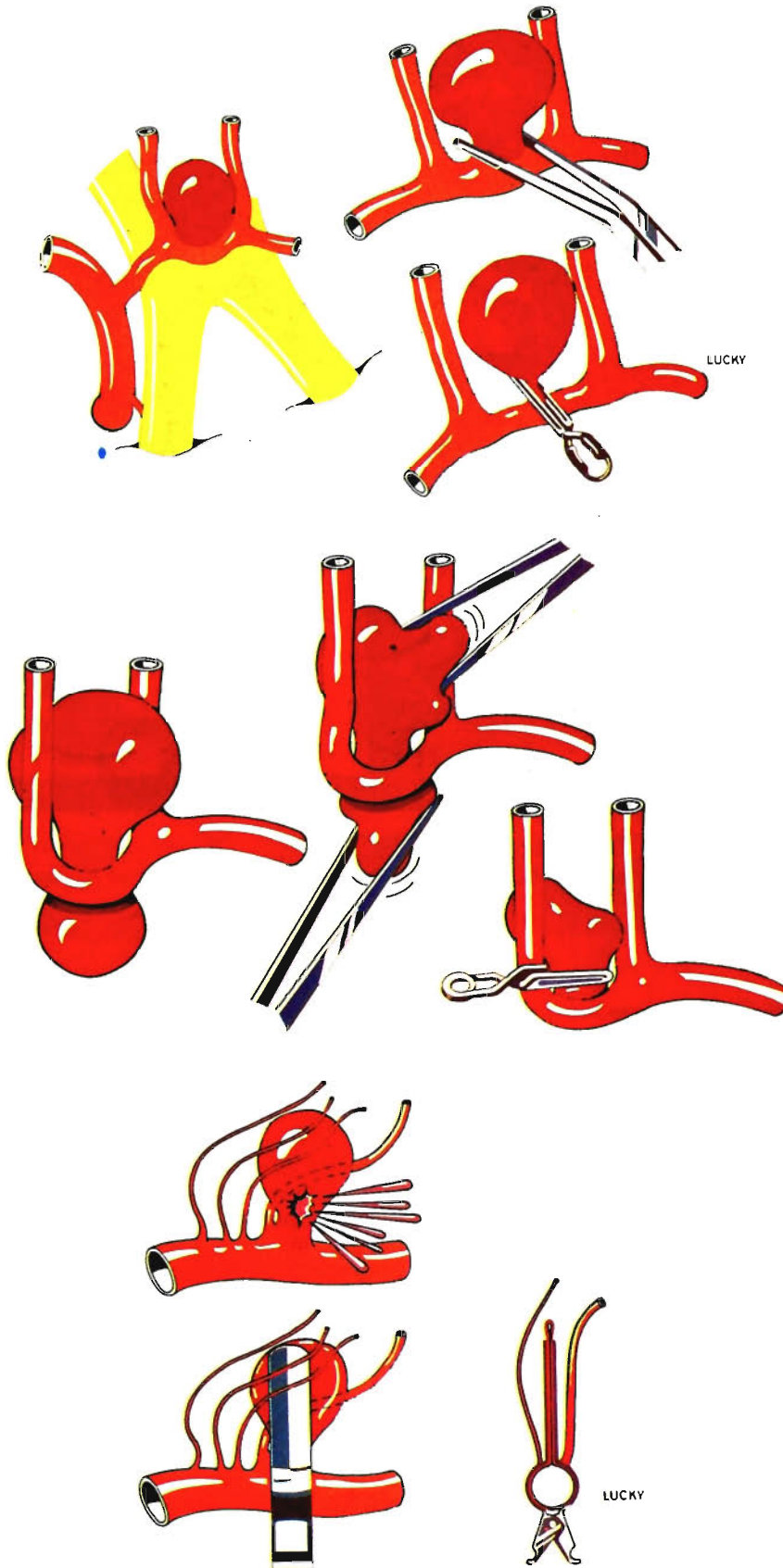


Abbildung 4: Elektrothermische Aneurysmapräparation und Verschluß des Halses – a) Oben: Bipolare Koagulation des Aneurysmahalses – b) Mitte: Bipolare Koagulation des Aneurysmasackes

chen Spasmen unter anderem. Diese Kranken nach den neuen Regeln zu operieren bedeutet für sie erhöhtes Risiko.

### Mikrochirurgische Operationstechnik

**Narkose:** Die künstliche Blutdrucksenkung auf arterielle Mitteldruckwerte um 40 mm/Hg, in schwierigen Situationen auf 30 bis 20 mm/Hg durch Nitroprussid in Kombination mit einer *Neurolept-Anästhesie* hat sich als optimales und risikoloses Verfahren erwiesen.

**Die Operation** selbst ist dadurch und durch die modernen Verfahren der Hirndrucksenkung einfacher und risikoärmer geworden.

**Als Kraniotomie** sind sehr kleine *Trepanationen* zum Beispiel für nahezu alle Aneurysmen des Karotissystems fronto-temporo-basal, von 4 bis 5 Zentimeter Durchmesser ausreichend.

Sie werden so gewählt, daß der Weg zum Aneurysma durch die Liquorzisternen ohne Opferung von Brückenvenen besonders kurz ist.

Die Traumatisierung der angrenzenden Hirnteile ist infolge Entfernung des Liquors und selbsthaltender Spatel bei sehr schmalen Öffnungen nur noch minimal.

**Die Vergrößerung**, den jeweiligen Verhältnissen von 6- bis 15- bis

Abbildung 5: Versorgung eines Aneurysmas durch Tunnel-Clip

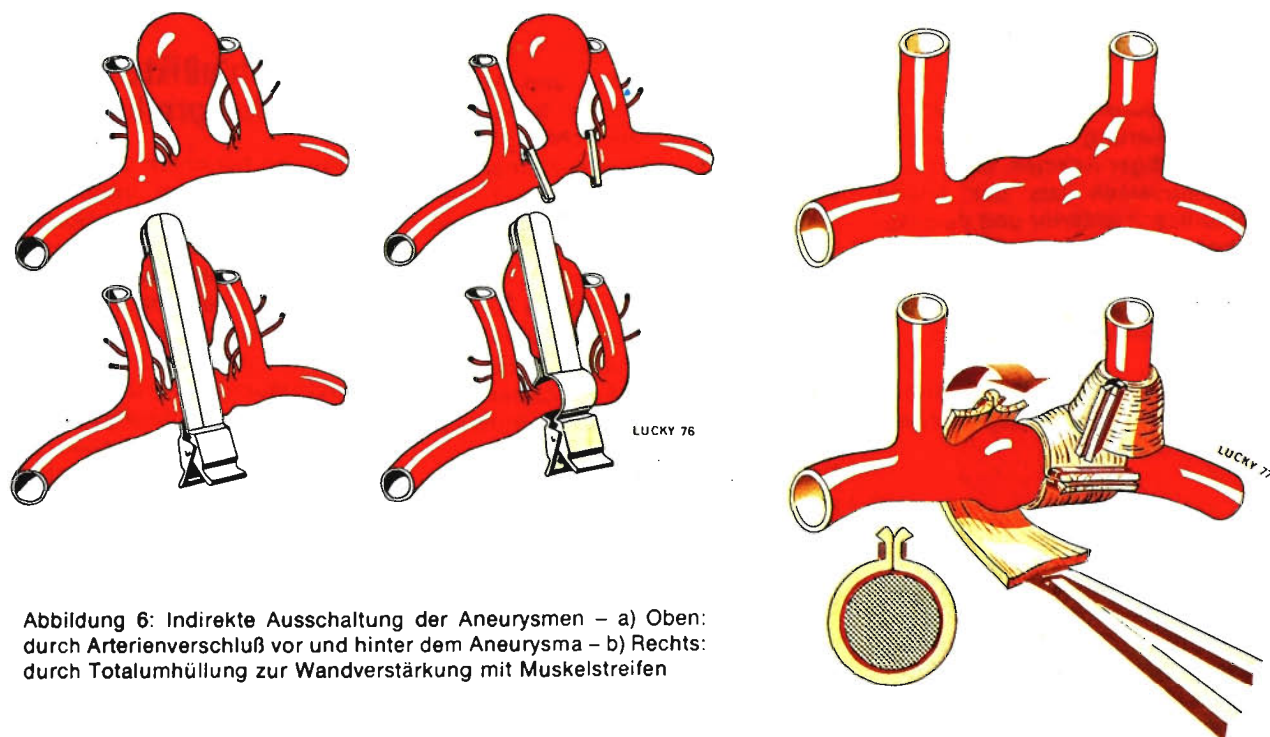


Abbildung 6: Indirekte Ausschaltung der Aneurysmen – a) Oben: durch Arterienverschluß vor und hinter dem Aneurysma – b) Rechts: durch Totalumhüllung zur Wandverstärkung mit Muskelstreifen

20fach im Durchschnitt angepaßt, und die stets optimale *Beleuchtung des Operationsfeldes* mit *stereoskopischem Sehen* bieten geradezu ideale Bedingungen.

Ein entsprechend angepaßtes *Instrumentarium* und selbst blockierende, leicht ab- und aufsetzbare *Spezialclips*, für jedes Aneurysma fast ein spezieller Clip, sind weitere Verbesserungen.

Einen der wichtigsten Fortschritte hat die *bipolare Koagulation* gebracht. Im Gegensatz zur bislang verwandten unipolaren Koagulation benötigt man sehr schwachen Strom, der zwischen beiden Pinzettenspitzen fließt.

Die dort allein entstehende Wärme koaguliert also nur lokal, so daß die Koagulation überall gefahrlos eingesetzt werden kann.

Sie verschließt auch größere Gefäße durch Schrumpfung und Wandverdickung. Zugleich kann man mit schwächsten Strommengen optimal

blutleer präparieren. Diese *bipolare Dissektionstechnik* ist eine ganz entscheidende Verbesserung. Am Aneurysma selbst lassen sich ein breiter Hals (Abbildung 4 a) und ein großer Sack, beginnend an der alten Rißstelle (Abbildung 4 b), verkleinern und zugleich verfestigen. So können Aneurysmen auf ein Viertel ihrer Größe reduziert und durch kleine Clips optimal ausgeschaltet werden.

Mit dieser Technik sind bessere Möglichkeiten für die seltenen, immer noch schwer angehbaren *Riesenaneurysmen* gegeben.

In bestimmten Fällen kann deren Versorgung durch eine primäre *künstliche mikrochirurgische Anastomosierung*, zum Beispiel zwischen der Arteria temporalis aus der Arteria carotis externa und einem Ast der Arteria cerebri media, zusätzlich verbessert werden. Dadurch kann die das Aneurysma versorgende größere Hirnarterie gefahrlos verschlossen werden, falls dieses notwendig sein sollte.

*Die intraoperative Ruptur*, das heißt korrekt die Wiedereröffnung der stets kaum verheilten spontanen Rißstelle, hat vieles von ihren früheren Schrecken verloren.

Durch Aufsetzen des Saugers auf die Rißstelle und besonnene, nicht überstürzte Präparation des Halses ist eine optimale Versorgung fast immer möglich.

Eine gefährliche Situation entsteht bei dem seltenen Einriß am Hals in der Nähe der Arterie.

*Tunnelclips* (Abbildung 5), die die Arterie umgreifen, sind eine gute Lösung. Sie werden ferner eingesetzt, wenn Gefäße oder Nerven über das Aneurysma ziehen und schwierig abgedrängt werden können.

Die moderne Präparationstechnik erfordert nur noch ausnahmsweise die Ausschaltung des Aneurysmas durch einen Verschluß der Arterie zwischen dem Aneurysma (Abbildung 6 a) oder bei fusiformen Aneurysmen die Wandverstärkung durch

## Hirneurysmen

*Muskelstreifen* oder dünne künstliche Stoffe (Abbildung 6 b).

Von besonderer Bedeutung ist die exakte Isolierung und Darstellung lebenswichtiger Arterien, die gerade bei Aneurysmen aus der Arteria communicans anterior und dem Basilarisende als *perforierende Arterien für Zwischenhirn beziehungsweise Mittelhirn* engsten Kontakt zum Aneurysma haben können.

Vergrößerung und Präparations-technik haben ihre Respektierung ermöglicht.

### Prognose

Als Ergebnis aller diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen, sowie eines optimalen Operations-einsatzes sind Mortalität und Morbidität um mehr als die Hälfte gesenkt worden.

Im eigenen Krankengut von 528 Aneurysmen hatten wir von 1954 bis 1968 bei 220 Fällen eine OP-Mortalität von 16,9 Prozent und eine Morbidität von 16 Prozent; seit Aufnahme der Mikrochirurgie (1969 bis 1977) unter 308 Fällen sind die Zahlen für die Mortalität 6 Prozent und die Morbidität 8 Prozent.

Die Berücksichtigung des präoperativen Schädigungsgrades zeigt in allen Serien der letzten Jahre für Grad 1 und 2 (keine und minimale Ausfälle) praktisch keinen Verlust mehr; mit zunehmender primärer und sekundärer Hirnschädigung werden die Heilungschancen geringer.

Im eigenen Krankengut betragen Mortalität und Morbidität für Grad 3 6 Prozent beziehungsweise 23 Prozent, für Grad 4 22 Prozent beziehungsweise 50 Prozent und für Grad 5 30 Prozent beziehungsweise 90 Prozent.

Unser Ergebnis unterstreicht, daß Kranke mit einem Hirneurysma im wesentlichen an den primären und sekundären Blutungsfolgen sterben oder durch sie irreversiblen Schaden erleiden.

### Zusammenfassung

Computertomographie und Angiographiespezialtechniken haben die Diagnostik, die Mikrochirurgie die Therapie der Hirneurysmen so entscheidend verbessert, daß Heilungen bei ihrem Einsatz die Regel sind.

Voraussetzungen sind die Erkennung der Subarachnoidalblutung, die Einweisung in die neurochirurgische Klinik und der Einsatz der Spezialdiagnostik am Tage der Blutung.

Die Frühoperation nach einer Woche verhindert das Auftreten der Rezidivblutungen mit ihren verhängnisvollen Komplikationen.

### Literatur

- (1) Pia, H. W., Landmaid, C. and Zierski, J.: Cerebral Aneurysms, - Advances in diagnosis and therapy. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1978 - (2) Pia, H. W.: Classification of aneurysms of the internal carotid system. Acta Neurochir., 40, p. 5-31, 1978 - (3) Pia, H. W. Microsurgical treatment of cerebral aneurysms. Neurosurg. Rev., 1/2, p. 15-24, 1978 - (4) Pia, H. W. (in press): Classification of aneurysms of the vertebro-basilar system. Acta Neurochir. - (5) Pia, H. W. (in press): Microsurgical treatment of aneurysms of the vertebro-basilar system. Neurosurg. Rev. - (6) Pia, H. W. and Fontana, H.: Aneurysms of the posterior cerebral artery. Acta Neurochir., 38, p. 13-55, 1977

Anschrift des Verfassers:  
Professor Dr. med. Dr. h. c.  
Hans Werner Pia  
Direktor  
der Neurochirurgischen  
Universitätsklinik  
Klinikstraße 29  
6300 Gießen

## FÜR SIE GELESEN

### Behandlung des Verschlusßikterus durch Teflonprothese

Die Autoren berichten über ihre Erfahrungen mit einer permanenten Teflonprothese, welche perkutan in einen stenotischen Gallengangsabschnitt eingesetzt werden kann. Technisches Vorgehen: Zunächst wird perkutan mit einem Katheter ein Ast des rechten Ductus hepaticus aufgesucht und durch diesen Ast ein flexibler Führungsdraht bis ins Duodenum vorgeschoben; über diesen wird ein englumiger Katheter eingeführt, dann wird der erste Führungsdraht durch einen dickeren Führungsdraht (Durchmesser 0,965 mm), danach der Katheter durch einen 8-French-Katheter ersetzt. Mit einem koaxial vorgeschobenen 12-French-Katheter wird die Stenose dilatiert, und nach Rückzug dieses Katheters eine Teflonprothese mit Hilfe des 12-French-Katheters über den führenden 8-French-Katheter bis über die Stenose hinweg vorgeschoben. Erstreckt sich die Stenose auch auf die Bifurkation, so wird die Prothese im proximalen Teil mit seitlichen Öffnungen versehen. Nach Entfernung von Führungsdraht und weitleumigen Kathetern bleibt ein 7-French-Katheter 4 bis 14 Tage proximal der Prothese zur Drainage.

Ergebnisse: Es wurden 4 Patienten mit Pankreaskarzinomen, 3 Patienten mit Cholangiokarzinomen und 5 Patienten mit Lebermetastasen behandelt. Eine Abnahme des hydrostatischen Drucks im Gallengangssystem proximal der Prothese wurde in allen Fällen erreicht. Der Pruritus verschwand bei allen 7 Patienten, die vorher darunter gelitten hatten. Bei 10 der 12 Patienten fiel das Bilirubin von  $18,4 \pm 4,5$  mg-% vor dem Eingriff auf  $1,8 \pm 0,6$  mg-% einen Monat danach. Die Methode wird wegen der geringeren Komplikationen der Operation vorgezogen. Dck

Pereiras, R. V.; Rheingold, O. J.; Hutson, D.; Mejia, J.; Viamonte, M.; Chiprut, R. O.; Schiff, E. R.: Relief of malignant obstructive jaundice by percutaneous insertion of a permanent prothesis in the biliary tree, Ann. int. Med. 89 (1978) 589, Depts. of Radiology, Medicine and Surgery, University of Miami School of Medicine, Florida, USA